# intanzia di Aliante de la constanta de la cons

4/5 2013 luglio-ottobre



## Musei e infanzia

Numero monografico a cura di Chiara Panciroli



Alberto Perdisa Editore - Airplane S.r.l. - Ozzano dell'Emilia (BO)
Poste Italiane Spa Spedizione in abbonamento postale – D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004) art.1. comma 1 DCB BO

# Antiche carte e metri laser all'Archivio Centrale dello Stato

Laboratorio di metrologia storica e contemporanea per le scuole

Maurizio Salvarani\*, Lia Apparuti\*\*, Luca Malagoli\*\*\*

### Il contesto storico

Il laboratorio "Antiche carte e metri laser", di cui si parlerà, trova la sua origine in una mostra realizzata dal Museo della Bilancia di Campogalliano (MO) in occasione delle celebrazioni del centocinquantesimo dell'Unità d'Italia, intitolata "La giusta misura". La mostra aveva l'obiettivo di guidare i visitatori all'interno di un percorso incentrato sul racconto delle difficoltà dell'unificazione delle unità di misura, sulle nuove unità e sulla figura del verificatore, funzionario inviato dal Governo all'interno di una Provincia per controllare, tramite l'utilizzo di misure campione, che gli strumenti in uso nel commercio mantenessero nel tempo il livello di precisione e affidabilità che avevano quando erano stati immessi sul mercato. Nel 2007, il Museo ha ricevuto in dono dalla Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Torino le strumentazioni metriche campione di cui era dotato l'Ufficio Metrico di Torino nel 1861, all'epoca capitale del Regno d'Italia. Si tratta di cassette del necéssaire di vari modelli, nelle quali sono custodite tre bilance di diverse dimensioni utilizzate per verificare l'esattezza dei pesi commerciali, un metro campione per il controllo delle misure lineari, nonché squadre per accertare che pesi e misure fossero stati costruiti nel rispetto dei regolamenti per la fabbricazione.

Nella dotazione dell'ufficio erano presenti anche pesi, metri e triplometri campione e numerose serie di misure campione, dal mezzo ettolitro al mezzo centilitro, per verificare le misure di capacità per i liquidi (vino, latte, olio) e per gli aridi (materie secche come grani, olive, calce). Per le operazioni di verifica delle misure di capacità si facevano travasi d'acqua dalle misure commerciali a quelle campione controllando che si riempis-

sero esattamente; se non c'era corrispondenza tra le due misure, tramite dei dischi smerigliati in vetro che erano posti sulla bocca delle misure, era possibile, dall'esame delle bolle d'aria che si formavano al di sotto dei vetri, stabilire la differenza e valutare se rientrava nelle tolleranze ammesse.

Tutte queste dotazioni sono smontabili e richiudibili nelle casse di legno che potevano essere agevolmente trasportate, quando il verificatore faceva il giro di verifica nei vari comuni della provincia di sua competenza: un sistema ben organizzato e collaudato a tutela della fede pubblica e a garanzia dell'esattezza delle transazioni commerciali. È anche evidente come questa strumentazione possieda un notevole valore storico, in quanto si tratta dei primi esempi di strumentazione creata secondo le norme del nuovo sistema metrico decimale, a differenza di quanto convenuto prima dell'Unità d'Italia, in cui i sistemi di misura erano gravati da una messe molto numerosa di unità di misura, differenti da luogo a luogo1. Questi strumenti furono testimoni di un passaggio fondamentale: quello dalle misure pre-metriche al sistema metrico decimale, non più in uso ora, ma certamente inizio di un percorso ancora attuale e al momento concretizzato nell'adesione quasi completa a livello mondiale al Sistema Internazionale di Unità di Misura (S.I.). Nel percorso museale della mostra, assieme agli strumenti metrici erano esposti anche alcuni strumenti di misura pre-metrici di proprietà del Museo: bracci per le misure di lunghezza, stai ed emine, utilizzati per determinare la quantità di aridi commerciati.

La mostra è stata occasione per iniziare una collaborazione con l'Archivio Centrale dello Stato di Roma (ACS) dove era allestita, nello stesso periodo, una mostra patrocinata dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri, Unità Tecnica di Missione per il 150° dell'Unità d'Italia, intitolata "La Macchina dello Stato", il cui incipit (da una circolare del Ministero dell'Interno del 1899) era il seguente:

"Sono ben governati e progrediscono nella civiltà quei popoli che conoscono se stessi. Una tale conoscenza si acquista collo studio coscienzioso ed esatto delle condizioni locali, che svelano appunto i bisogni più urgenti e più universalmente sentiti..."

<sup>\*</sup> Storico, si occupa di formazione, progettazione culturale e promozione territoriale. Attualmente direttore del Museo della Bilancia, collabora con Istituti ed Enti di formazione su progetti didattici trasversali rispetto le differenti discipline.

<sup>\*\*</sup> Laureata in Storia antica, ha lavorato alla catalogazione del patrimonio del Museo della Bilancia e attualmemte svolge mansioni di curatrice del museo.

<sup>\*\*\*</sup> Fisico, specializzato in comunicazione e storia della scienza; docente di scuola superiore (Fisica) e Universitario (Filosofia della Scienza); responsabile scientifico del Museo della Bilancia di Campogalliano (MO).



Ingresso alla mostra "La macchina dello Stato", ACS, Roma.

Una delle prime sezioni era dedicata alle misure dell'Unità d'Italia, allestita con strumenti delle proprie collezioni dal Museo della Bilancia. Il processo di unificazione nazionale ebbe, infatti, tra i passaggi fondamentali anche quello dell'uniformazione dei sistemi di unità di misura, con conseguente grandissimo cambiamento nella vita quotidiana delle persone comuni. Regole e consuetudini locali, consolidate e date per scontate, furono sostituite da nuove misure e nuove norme, solle-

vando certo resistenza e difficoltà oggettiva assieme a innegabili ricadute positive.

La collaborazione tra le due istituzioni non si esaurì nel prestito degli strumenti appartenenti al patrimonio del Museo, ma ebbe anche una derivazione in un percorso formativo-didattico a carattere laboratoriale in collaborazione con la Federazione Nazionale Insegnanti, incentrato proprio sui temi della mostra: le unità di misura, la verificazione, gli strumenti di misura antichi e recenti.



Interno dell'ACS: in primo piano la teca con uno del corredi del verificatore.

### Il percorso laboratoriale

Dopo aver sperimentato l'idea al Museo della Bilancia abbiamo esportato il percorso all'ACS; ci siamo recati a Roma, assieme ad alcune guide del Museo della Bilancia, portando con noi il materiale necessario e, collateralmente alla mostra, abbiamo proposto il nostro laboratorio a otto classi delle scuole elementari di Roma. Il laboratorio era diviso in sei postazioni differenti, alcune delle quali in esterno.

Si tratta di un percorso in cui si sono intrecciate la scienza e la storia della scienza, con particolare attenzione all'attualizzazione dei temi trattati. Prima di entrare in una dettagliata descrizione dell'attività svolta, si fornisce una descrizione del progetto secondo le principali linee quida.



Una delle postazioni all'esterno dell'ACS. Sopra al tavolo è presente la strumentazione utilizzata per la misura.

# Obiettivi educativi, cognitivi, comportamentali e affettivi

- Conoscere il percorso che ha portato all'adozione del Sistema Metrico Decimale con l'Unità Nazionale e al Sistema Internazionale di Misura successivamente.
- Acquisire consapevolezza del ruolo svolto dallo Stato nel campo dei rapporti commerciali attraverso gli Uffici di Verificazione (funzioni delegate alle Camere di Commercio a partire dall'anno 2000).
- Acquisire la consapevolezza che la conoscenza della realtà passa anche per analisi di tipo quantitativo.
- Conquistare la consapevolezza che qualsiasi misura è frutto di un processo convenzionale.
- Comprendere che ogni operazione di misura comporta errori (assoluti, sistematici o occasionali) e possibilità di frodi.
- Apprendere a misurare in modo scientificamente corretto.
- · Ragionare sugli ordini di grandezza.
- Conoscere le principali caratteristiche degli strumenti di misura: sensibilità e portata.
- · Effettuare stime attendibili.

### Aree disciplinari

- Area storica: osservazione di strumenti d'epoca e documenti.
- · Area scientifica: misure, errori, stime.
- · Area tecnologica: utilizzo di strumenti di misura.

### Metodologie utilizzate

- · Visita guidata classica.
- Mini lezione con utilizzo di strumenti d'epoca, riproduzioni e immagini.
- Esperienze laboratoriali di misura.
- Compilazioni schede.
- Ragionamenti guidati per le stime.

### Mezzi e strumenti

 Strumenti di misura didattici (correttamente funzionanti o manomessi).

- · Strumenti di misura contemporanei.
- Schede plastificate di immagini e copie di strumenti d'epoca.
- Fotocopie di documenti d'epoca.

Le parole chiave dell'attività proposta sono state: misura, errore di misura, taratura, verificazione della misura e truffe, strumenti di misura antichi e moderni, stima. Assieme agli strumenti di misura si sono utilizzate una serie di schede guida, associate alle misure, di seguito elencate.

Gli alunni, pur iniziando da punti differenti, al termine del laboratorio hanno vissuto la medesima esperienza, caratterizzata dalla presenza di una parte moderna legata alla scienza e alla tecnologia assieme ad una parte storica. Le singole postazioni sono state, infatti, progettate come moduli autonomi per consentire la fruizione del percorso da più classi contemporaneamente:

- 1. Il mestiere del verificatore.
- 2. Misure ed errori di misura.
- 3. Truffe misure di lunghezza.
- 4. Truffe e misure di capacità.
- 5. Misure di campo elettromagnetico, di intensità luminosa, di radioattività e di radiazione ultravioletta.
- 6. Misure (stime) di grandi masse.

### Il mestiere del verificatore

Viene presentata la figura fondamentale del verificatore, completata dalla riproposizione di strumenti di misura dell'epoca. Dopo una prima breve nota storica introduttiva, utilizzata per spiegare come, prima dell'Unità d'Italia e nel decennio successivo ad essa, si facesse ricorso a un sistema di unità di misura pre-metrico, si sottolinea in particolare come, al compimento dell'opera di unificazione nazionale, una figura fondamentale nel portare a compimento l'unificazione delle unità di misura fosse proprio quella del verificatore. Era, ed è tutt'ora come ogni tanto la cronaca ci ricorda², un la-



Misura di lunghezza all'esterno dell'ACS. Parte della misura del verificatore.

voro fondamentale. All'interno del percorso didattico questa figura svolge la funzione di portare il ragionamento sulle regole della misura e sul suo controllo.

### Misure di lunghezza e di capacità3

In una delle attività si chiede agli studenti presenti, dopo averli divisi in gruppi, di effettuare semplici misurazioni. Per le misure di lunghezza a ogni gruppo viene data una corda da arrampicata della stessa lunghezza, assieme a un metro di riferimento, con la richiesta di misurare la lunghezza della corda riportando i valori rilevati e di comunicarli alla guida, così da poterli leggere assieme. Al momento della lettura dei dati raccolti, compaiono inevitabili differenze nei valori rilevati; spesso anche in modo significativo. Dopo aver ragionato sul concetto di errore di misura in fisica, agli studenti viene proposto di soffermarsi sul significativo valore delle differenze rilevate. chiedendo una spiegazione attendibile. All'interno della discussione si cerca di far emergere il discorso della taratura degli strumenti, al fine di rendere noto come in realtà fosse impossibile ottenere risultati identici, avendo i gruppi ricevuto metri con tarature differenti. Infatti, tra gli strumenti distribuiti, uno solo misura effettivamente un metro, mentre gli altri sono più lunghi o più corti del metro. Si mette in evidenza l'importanza di porre attenzione ai punzoni, obbligatori su ogni strumento, a garanzia della corretta taratura.

Sul concetto di taratura e di truffa si basa anche l'attività di misura di capacità per aridi. Storicamente gli aridi (granaglie) venivano commerciati utilizzando dei contenitori di valore noto in cui, seguendo regole ben precise, venivano versati gli aridi fino al riempimento del contenitore stesso. Anche in questa attività, svolta per gruppi, si distribuiscono riproduzioni dei contenitori originali realizzate con materiale a basso costo (barattoli da vernice da 5 kg); alcune di queste erano correttamente costruite e tarate, a differenza di altre. Di nuovo, all'atto della raccolta comune dei dati, emergevano differenze significative, non spiegabili con il solo errore di misura. Si portava, quindi, il ragionamento sulla taratura non corretta degli strumenti, e sulla necessaria verificazione da parte degli addetti.

### Misure con strumenti moderni

Assieme alle due precedenti attività basate sulla riproposizione di strumenti e di metodi di misura con valore storico, la proposta prevede l'utilizzo di strumenti di misura moderni, al fine di prendere confidenza con metodologie di lavoro e di scelta dei dispositivi differenti. In particolare le misure di campo elettromagnetico, di intensità luminosa, di radioattività e di radiazione ultravioletta sono eseguite con strumenti di misura moderni per i quali, essendo chiara la certificazione di qualità, l'attenzione è da porre sia alla procedura di misura, sia



Staio (costruito dal Museo con materiale povero) per la misura della capacità degli aridi (ceci, nel nostro caso).



Misura della radiazione ultravioletta con appoisito misuratore.

alle caratteristiche fondamentali di ogni strumento di misura: sensibilità e portata. Contemporaneamente gli strumenti di misura permettono di lavorare su un concetto fondamentale all'interno di un percorso di educazione scientifica, identificabile con il termine educazione alla cittadinanza scientifica4. Un approccio tendente a creare una consapevolezza scientifica diffusa, una cultura scientifica quotidiana e familiare, finalizzata alla formazione di una cittadinanza attiva e attenta anche all'aspetto scientifico. In questa ottica un passaggio obbligato richiede l'apprendimento del concetto di misura e di stima, assieme alla capacità di raccogliere e leggere dati. È sufficiente pensare al caso del nucleare in Italia per capire l'importanza della formazione di una cultura scientifica consapevole, ovvero in grado di ascoltare le opinioni con atteggiamento critico in quanto capace di valutare, almeno in termini di stima, i dati riportati da decisori e organi d'informazione. In altri termini si mira a creare consapevolezza scientifica da contrapporre all'ignoranza scientifica diffusa, possibile risorsa utile a manipolare l'opinione pubblica fornendo dati unilaterali e facendo leva sulla non definitività della scienza, per sua natura passibile solo di falsificazione e non di verificazione positiva5.

Di seguito si propone l'analisi di due delle quattro misure con strumenti moderni realizzate all'ACS: il caso della misura della radioattività e il caso della misura della radiazione ultravioletta. Allo stesso modo si può ragionare anche per gli altri due casi.

### Radioattività

La misura viene effettuata per mezzo dello strumento idoneo, il contatore Geiger. Dopo aver illustrato le principali caratteristiche del dispositivo si utilizza qualche minuto per evidenziare come la radioattività, in condizioni normali<sup>6</sup>, sia dovuta alla composizione del suolo e dell'ambiente circostante, con particolare riferimento



Altro tavolo con la strumentazione moderna (contatore Geiger per la misura della radioattività).

alle rocce presenti. In questo caso l'accento è posto sull'ineliminabile presenza di una certa quantità di radiazione per la natura stessa della Terra, senza dimenticare l'importanza dell'intervento dell'uomo nella possibile modificazione della concentrazione di sostanze radioattive nell'etere.

Dopo aver verificato le condizioni in cui la misura viene effettuata, in termini di rocce e di attività umana presente all'intorno, lo strumento viene messo a disposizione degli studenti, i quali si muovono liberamente per misurare la concentrazione di radiazione. La misura si presta bene anche per un discorso legato alle unità di misura, in quanto la valutazione della concentrazione di radiazione nell'aria presenta alcune difficoltà teoriche importanti.

### Radiazione ultravioletta

Anche in questo caso si tratta di una misura molto importate, se legata alla verificazione dell'impatto del parametro sulla salute delle persone. Come ben sappiamo nei mesi estivi l'esposizione alla radiazione ultravioletta è un parametro da valutare con attenzione, specialmente nel caso dei bambini e delle persone con carnagione chiara. È una misura con un alto contenuto in termini di educazione alla cittadinanza scientifica, come evidenziato dall'attenzione posta dai mezzi di informazione al problema<sup>7</sup>.

In questo caso la misura viene effettuata attraverso un apposito dispositivo; dopo aver introdotto le sue principali caratteristiche si propone una misura differenziata in quattro fasi:

- Ci si porta in un punto in cui arriva la luce del sole diretta e si effettua una prima misura. Il valore letto sullo strumento viene riportato sul foglio guida.
- 2. Si ripete la misura frapponendo tra il sensore dello strumento e la sorgente luminosa (Sole) un normale vetro. Si riporta il valore sul foglio guida.
- 3. Si ripete nuovamente la misura frapponendo un vetro apposito dotato di filtro anti-UV. Si riporta il valore sul foglio quida.
- Riutilizzando il vetro del punto 2 (vetro normale) si ripete di nuovo la misura spalmando sul vetro stesso un sottile strato di crema solare. Si riporta il valore sul foglio guida.

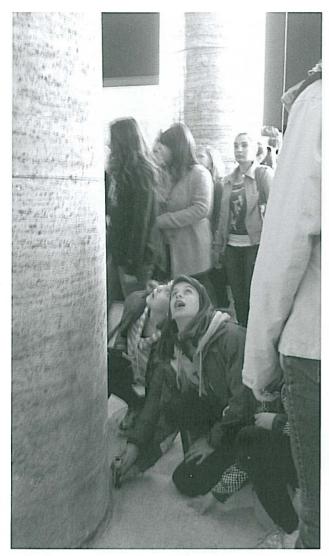
Terminata la fase di misura con i dati trascritti sui vari fogli, si ragiona assieme sui risultati ottenuti. Anche se spesso l'unità di misura in casi particolari come questo, non è chiara, il valore della prova rimane immutato.

### Stima

Si tratta di un altro dei punti fondamentali in cui si divide il progetto. L'idea parte dalla necessità di abituare le persone a valutare "a occhio" qualsiasi parametro, si



Le colonne del porticato sulla facciata d'ingresso dell'ACS, utilizzate per l'operazione di stima della loro massa.



Gli studenti eseguono la misura dell'alezza di una colonna per mezzo di un metro laser.

andrà poi a misurare nel modo più preciso possibile. L'idea di stima ha una valenza formativa molto alta, essendo ontologicamente collegata all'idea stessa di misura. La capacità di individuare l'ordine di grandezza in cui verrà a collocarsi la misura in procinto di essere effettuata è il punto di partenza di ogni misura. Serve per avere un'idea di quanto ci si aspetta dalla misura, per scegliere lo strumento di misura adeguato, pur senza condizionare la misura stessa e per essere sempre aperti e disponibili ad incontrare risultati sorprendenti, sui quali basare l'analisi dettagliata delle differenze tra valore atteso e valore misurato.

Nella proposta presentata e realizzata all'ACS la parte della stima era coniugata utilizzando le risorse locali. In particolare agli studenti veniva chiesto di stimare la massa delle colonne di marmo del portico dell'edificio in cui è ospitato l'ACS. Si tratta di colonne di circa 5 metri di altezza e di un paio di metri di circonferenza, la cui stima della massa richiede un lavoro molto particolare e con un certo grado di complessità legato anche alla

geometria delle colonne. Per facilitare il compito, agli studenti veniva fornita una colonna di marmo in scala ridotta. Quindi, dopo aver stimato la massa della colonna "a occhio", si trattava di determinare la massa della colonna campione utilizzando la bilancia e di riportare il tutto in scala più grande. La buona riuscita dell'operazione richiede anche un lavoro specifico sulla semplificazione della misura; infatti il campione di riferimento ha una forma di cilindro pressoché perfetto, al contrario della colonne del porticato, le quali presentano una riduzione del diametro con l'altezza. Diventa necessario, quindi, accettare l'approssimazione sulla forma, valutando quanto può incidere sul risultato finale. Una volta determinato come il peso di questa approssimazione sia trascurabile rispetto al valore ricercato, si può procedere alla valutazione. Ma solo una chiara comprensione del ragionamento relativo all'ordine di grandezza di una misura permette di prosequire in modo proficuo nella stima della massa delle colonne.



Studenti impegnati in un'operazione di misura.



Studenti all'esterno dell'ACS vicini ad un tavolo con la strumentazione.

### Conclusione

In tutti i casi di cui si è parlato in questa parte dell'articolo va ricordato come l'attenzione del percorso sia sempre stata posta non tanto sulla comprensione dettagliata della tecnica di misura e del funzionamento dello strumento utilizzato, non tanto per una questione di tempo a disposizione, certamente presente ma non centrale, quanto, piuttosto, proprio per una scelta formativa precisa. L'obiettivo primario del progetto, come detto, coincide prevalentemente con la volontà di avvicinare i discenti alla pratica della misura, per dissodare il terreno in previsione di auspicabili interventi futuri maggiormente incentrati sulle questioni tecniche. La stella cometa nella progettazione del lavoro è sempre stata rappresentata dalla volontà di insinuare negli studenti presenti il dubbio sul significato e le modalità della misura, dalla necessità di aprire le menti alla possibilità di quantificare molte della valutazioni su cui discutere, al fine di avere qualche dato certo su cui lavorare, assieme alla possibilità di essere in grado di valutare criticamente quanto viene normalmente proposta nell'ambito quotidiano.

### Note

(1) Basti pensare alla biolca, unità di misura pratica delle estensioni agricole, il cui valore nel modenese, ad esempio, differiva non solo dal corrispondente reggiano, ma anche all'interno della stessa provincia di Modena la biolca della Bassa, meno fertile, era di superficie più ampia rispetto a quella in uso nella zona intorno a Modena città. (2) Fare riferimento all'ultimo articolo di Repubblica sulla truffa alle pompe di benzina.

(3) Nel presente articolo, per brevità, si tralascia la parte relativa agli errori di misura.

(4) Sismondo, 2010.

(5) Ibid, pag. 169. Paradigmatico, in tal senso, il caso del legame tra fumo di sigaretta e tumore ai polmoni, dibattito vissuto molto intensamente soprattutto negli Stati Uniti.

(6) Con condizioni normali si vuole identificare un ambiente quotidiano, urbano, di campagna o di montagna, in cui non sono presenti sorgenti radioattive di origine antropica.

(7) È patrimonio comune la presenza sui principali quotidiani nella parte riservata alle previsioni del tempo e alle temperature, di tabelle con riportati i valori di radiazione ultravioletta prevista per la giornata, misurata in base ad una scala di facile lettura.